

**Секция
ИННОВАЦИИ В ТЕПЛОФИЗИКЕ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В МЕТАЛЛУРГИИ**

А. В. Жаданос, И. В. Деревянко, О. Н. Кукушкин
Национальная металлургическая академия Украины,
г. Днепропетровск, Украина
Alexjad@mail.ru, Ihorsic@meta.ua

**СИТУАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ
НА УЧАСТКЕ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ**

По результатам промышленных экспериментов получены стохастические законы распределения времени и разработаны математических модели теплоэнергетических процессов основных технологических операций внепечной обработки стали. Создана компьютерная ситуационная модель участка внепечной обработки стали, которая может использоваться для оценки эффективности технологических режимов.

Ключевые слова: ситуационная модель, внепечная обработка стали, стохастические законы распределения, теплоэнергетические процессы.

As a result of industrial experiments the stochastic laws of distribution times for main technological operations of ladle steel treatment was obtained and the heat energy models of these operations was designed. The situational model of ladle steel treatment was created and may be used for estimation of technological regimes efficiency.

Keywords: situational model, ladle steel treatment, stochastic laws of distribution, heat energy models.

Металлургическое производство является одним из самых энергоемких. В ряде случаев требуется поддерживать температуру металла для проведения определенного вида обработки. На поддержание температуры, которая зависит от времени выполнения технологических операций, требуются значительные затраты энергетических ресурсов. Современные тенденции развития металлургической промышленности требуют минимизации расхода энергетических ресурсов. Одним из способов, который обеспечивает экономию энергетических ресурсов, является лимитирование времени технологических и транспортных операций. Разработка ситуационной модели технологических операций позволит оптимальным образом решать подобные задачи.

Методология структурного моделирования динамических систем с переменной структурой сложилась еще в 1950–60 гг. В частности, она подробно приведена в [1]. Для описания моделей использовался язык логических схем, который хорошо описывал структурные связи в системе, однако его средств не хватало для многомерных трансформаций характеристик обрабатываемого материала на агрегатах производственного участка. Современный уровень ПЭВМ и инструментов визуального программирования позволяет снять указанные ограничения [2].

Порядок обработки стали на участке внепечной обработки представлен на рис. 1. При организации технологического процесса необходимо учитывать минимально возможное время внепечной обработки (t_{\min}), по достижении которого возможно вакуумирование данного ковша и максимально допустимое время внепечной обработки (t_{\max}), определяемое периодичностью выпуска последующих плавов из сталеплавильных агрегатов.

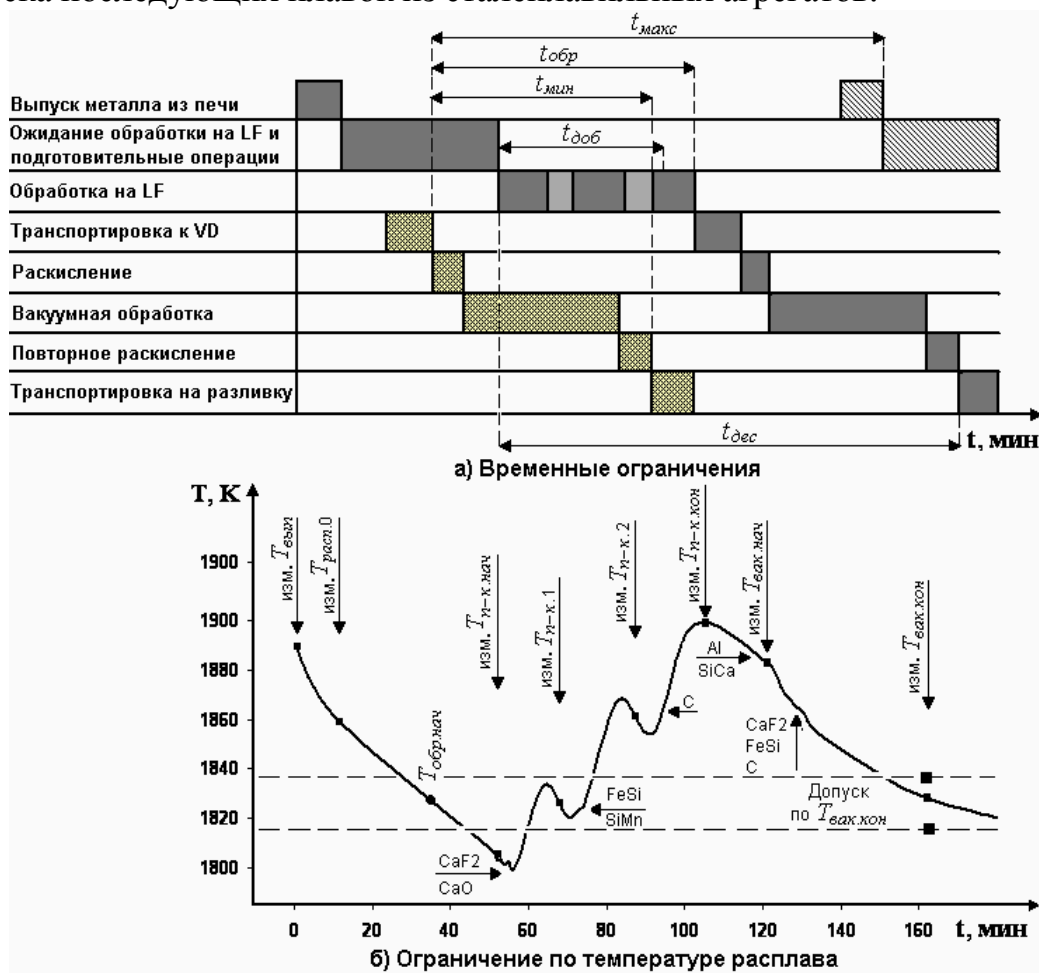


Рис. 1. Температурно-временная диаграмма процесса внепечной обработки стали

В ходе промышленных экспериментов была исследована продолжительность выполнения технологических операций. Для каждой операции в

соответствии с результатами экспериментов подобраны законы распределения, адекватность которых проверялась по критериям согласия Пирсона, χ^2 и Колмогорова [3]. Установлено, что время технологических операций подчиняется нормальным либо логарифмически-нормальным законам распределений. Также получены модели теплоэнергетических процессов внепечной обработки стали [4]. По результатам проведенных исследований в пакете ситуационного моделирования создана модель, имитирующая последовательность технологических операций на участке внепечной обработки стали. Ситуационная модель участка внепечной обработки стали состоит из следующих основных частей (рис. 2):

1. Диаграммы ситуационного моделирования «Технологические операции», в которой визуально отображается последовательность технологических операций на участке внепечной обработки стали.
2. Подсистемы «Исходные данные», в которой определяется время выполнения технологических операций на участке внепечной обработки стали, а также значения таких технологических параметров, как $M_{\text{расп}}$, $T_{\text{расп.0}}$, $T_{\text{фут.0}}$.
3. Подсистемы «Расплав», которая включает в себя модели теплового состояния расплава в ковшах во время технологических операций на участке внепечной обработки стали.
4. Подсистемы «Рациональный энергорежим», которая предназначена для выдачи информации по ведению процесса обработки расплава на установке ковш-печь в соответствии с разработанным алгоритмом.
5. Элементы графического интерфейса пользователя, при помощи которых вводятся все необходимые технологические параметры процесса внепечной обработки стали.

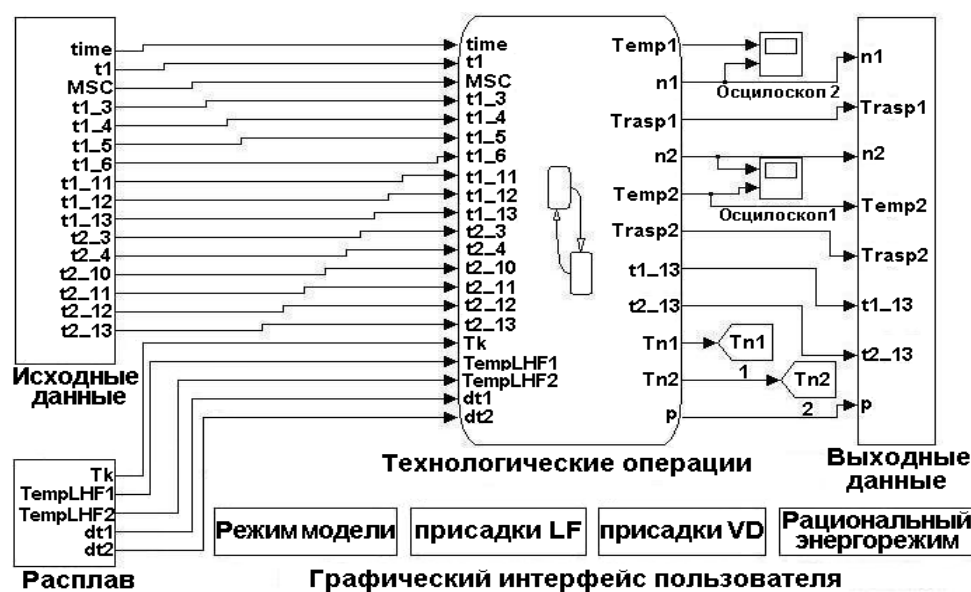


Рис. 2. Общий вид ситуационной модели участка внепечной обработки стали

Блок ситуационного моделирования «Технологические операции» (рис. 3) организован в виде двух параллельных «цепочек событий» с именами «Ковш 1» и «Ковш 2», что соответствует технологическим операциям с первым и вторым ковшом [4]. Входными величинами этого блока являются времена выполнения технологических операций для двух ковшей, а также значения оптимального перегрева расплава над линией ликвидус.

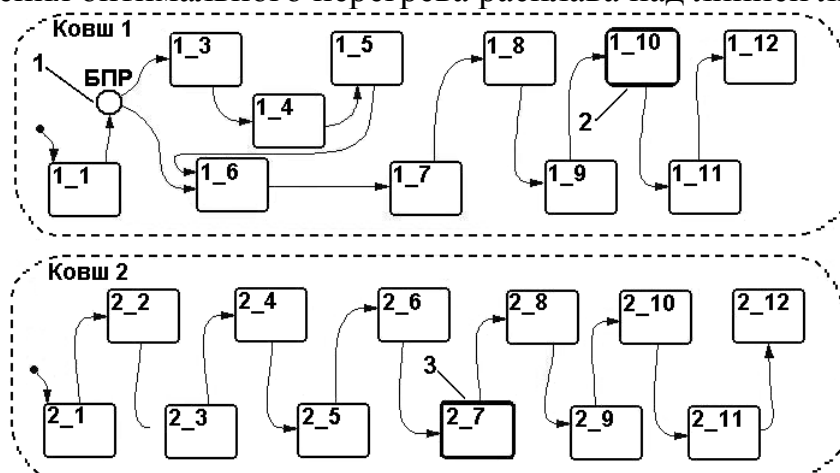


Рис. 3. Общий вид диаграммы ситуационного моделирования «Технологические операции»: 1 – блок принятия решения (обеспечивает альтернативное протекание технологического процесса), 2 – выполняемая технологическая операция – вакуумирование первого ковша, 3 – выполняемая технологическая операция – обработка второго ковша на УКП

Разработанная ситуационная модель технологических операций внепечной обработки стали позволит изыскивать резервы повышения производительности и качества процесса, оценивать эффективность новых технологических решений. Описанная на примере методика ситуационного моделирования, несомненно, найдет широкое применение у технологов-производственников, исследователей и проектировщиков технологических систем.

Список литературы

1. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. 2-е изд-е. М.: Наука, 1978. 400 с.
2. Дьяконов В. Simulink 4 : спец. справочник / В. Дьяконов. СПб.: Питер, 2002. 528 с.
3. Переверзев Е. С. Случайные процессы в параметрических моделях надежности / Е. С. Переверзев. Киев: Наукова думка, 1987. 240 с.
4. Жаданос А. В. Оптимизация энергетического режима внепечной обработки колесной стали на основе математического моделирования / А. В. Жаданос, О. Н. Кукушкин // Теория и практика металлургии. 2010. № 3–4. С. 37–43.